



# **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Agosto/2024**

## **REALIZAÇÃO**

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA – FUNDAG  
COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS – APTA  
INSTITUTO AGRÔNOMICO – IAC

# CONDIÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS DURANTE O MÊS DE AGOSTO DE 2024 NO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Orivaldo Brunini (FUNDAG); Antoniane Arantes de O. Roque (CATI/SAA); Patrick Enrico Wiens (IrrigaMax); Angélica Prela Pantano (IAC/APTA/SAA); Gabriel C. Blain (IAC/APTA/SAA); Paulo Cesar Reco (APTA Regional/SAA); Elizandra C. Gomes (FUNDAG); Giselli A. Silva (FUNDAG); Ricardo Aguilera (FUNDAG); David Noortwick (FUNDAG); Andrew P. C. Brunini (FUNDAG); João P. de Carvalho (IAC/APTA); Marcelo Andriosi (FUNDAG); Romilson C. M. Yamamura (IAC/APTA)

**Resumo** – As características hídricas e as análises mostraram que agosto foi mês com baixos valores de precipitação e inferiores à média histórica em quase todas as localidades analisadas. No contexto mensal a até anual, continuam as restrições sobre as condições hídricas, porém as análises retroativas pelos índices de seca em escala temporal de 12 meses indicam que, no território paulista, as restrições hídricas continuam e, em especial, nas partes central e norte. No aspecto térmico, os valores de temperatura média do ar (máxima e mínima) foram superiores acima de 2°C em muitas regiões. Esta situação térmica e hídrica afetou vários aspectos, favorecendo o desenvolvimento de pragas e aumentando a demanda para irrigação de culturas como feijoeiro, batata e hortaliças, reduzindo também o acúmulo de horas de frio para culturas de clima temperado e oliveiras. Destaca-se, ainda, a alta estiagem onde, em diversas regiões, o Índice de Estiagem Agrícola está acima de 140 dias, com destaque para as regiões norte e noroeste paulistas, afetando o início de preparo do solo para cultivos de verão, como milho, soja, amendoim e afetando também a produtividade da cana-de-açúcar e o desenvolvimento de frutos de citros e mesmo a indução para florescimento do cafeeiro. Em relação às culturas olerícolas, as altas temperatura afetaram a qualidade de espécies de formação de frutos e de folhas. As condições climáticas favorecem o ataque de pragas de folhas. Houve recorde histórico de número de incêndios e impactos significativos à vegetação nativa.

## ANALYSIS OF THE HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE MONTH OF AUGUST 2024 IN THE STATE OF SÃO PAULO

**Abstract** – Regarding water characteristics, the analyses showed that August was a month with low precipitation values and below the historical average in almost all locations analyzed. In the monthly and even annual context, restrictions on water conditions continue, however, retroactive analyses by SPI and SPEI on a 12-month time scale indicate that in the State, water restrictions continue, especially in the central and northern parts of the State. In the thermal aspect, the average air temperature values (maximum and minimum) were above 2°C in many regions. This thermal and water situation affected several aspects, favoring the development of pests. Increasing the demand for irrigation of crops such as beans, potatoes and vegetables, and reducing the accumulation of cold hours for temperate climate crops and olive trees. Also noteworthy is the high drought, where the Agricultural Drought Index is above 140 days in several regions, especially in the north and northwest, affecting the beginning of soil preparation for summer crops, such as corn, soybeans, peanuts, and also affecting the productivity of sugarcane and the development of citrus fruits and even the induction of flowering in coffee trees. In relation to vegetable crops, high temperatures affect the quality of fruit-forming and leaf-forming species. The climatic conditions favor the attack of leaf pests. There was a historic record number of fires and significant impacts on native vegetation.

## ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN EL MES DE AGOSTO 2024 EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

**Resumen** – En cuanto a las características del agua, los análisis arrojaron que agosto fue un mes con valores de precipitación bajos e inferiores al promedio histórico en casi todas las localidades analizadas. En el contexto mensual a anual las restricciones en las condiciones del agua continúan, sin embargo análisis retroactivos del SPI y SPEI en una escala de tiempo de 12 meses indican que en el Estado las restricciones de agua continúan, y especialmente en la zona centro y norte del Estado. En el aspecto térmico, los valores de temperatura promedio del aire (máxima y mínima) fueron superiores a los 2°C en muchas regiones. Esta situación térmica e hídrica afectó varios aspectos, favoreciendo el desarrollo de plagas. Incrementando la demanda de riego de cultivos como frijol, patata y hortalizas, y reduciendo la acumulación de horas de frío para cultivos templados y olivo. También se destaca la elevada sequía donde en varias regiones el Índice de Sequía Agrícola supera los 140 días, especialmente en las regiones norte y noroeste, afectando el inicio de la preparación del suelo para los cultivos de verano, como maíz, soja, maní y afectando también la productividad de la caña de azúcar y el desarrollo de los cítricos e incluso la inducción de la floración del cafeeiro. En relación a los cultivos de hortalizas, las altas temperaturas afectan la calidad de las especies frutales y foliares. Las condiciones climáticas favorecen el ataque de plagas foliares. Se registró un número récord histórico de incendios y afectaciones significativas a la vegetación nativa.

Revisor de texto: Carlos Augusto de Matos Bernardo

## 1. Introdução

O mês de agosto foi marcado pela intensificação da estiagem, com enquadramento de estiagem extremamente severa em porções do norte paulista. A combinação da estiagem com as baixas umidades relativas, altas temperaturas e os ventos baixos ocasionou condições ideais para que focos de incêndio se alastrassem.

A precipitação foi abaixo da média histórica para o mês, com chuvas concentradas em apenas dois dias do período em análise, fazendo com que o índice de seca de precipitação menos a evapotranspiração fosse negativo em quase todo o âmbito paulista.

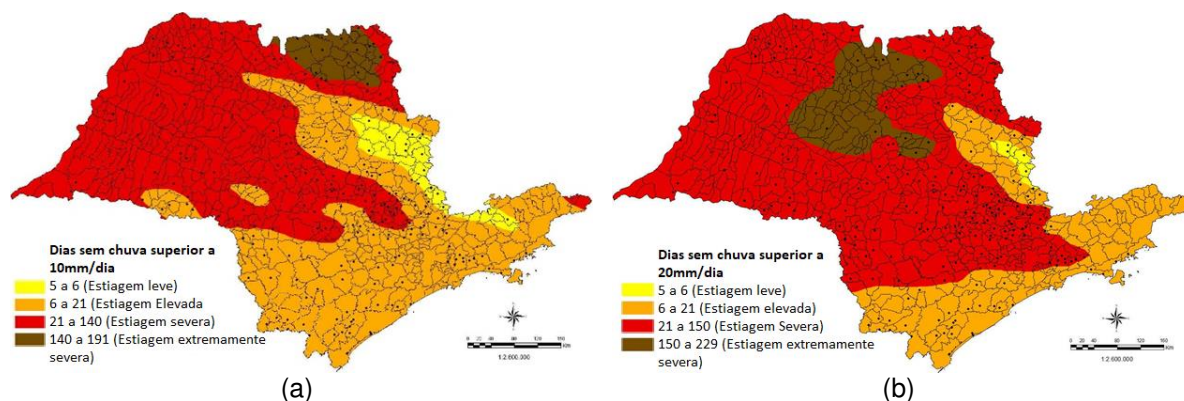
O mês teve máximas absolutas elevadas e mínimas absolutas baixas, gerando elevada amplitude térmica, com ocorrência de anomalia de temperatura entre 1°C e 2°C positiva em mais de 50% do território. Houve, ainda, a entrada de frente fria na primeira quinzena, com indicação de geada em algumas regiões.

Permanecem as condições de seca, dos pontos de vista meteorológico e agrícola, indicando que a crise hídrica a que o Estado está sendo submetido permanece, marcando assim a fase final do inverno, com intensificação da estiagem e aumento do risco de incêndios. Portanto, este boletim apresenta as características de precipitação no Estado de São Paulo no mês de agosto de 2024, as características de seca meteorológica e agrícola, bem como possíveis efeitos atuais, uma previsão até outubro e efeitos sobre as culturas.

## 2. Climatologia do mês de agosto 2024 no Estado

As características hídricas puderam ser desenvolvidas com o banco de dados existente na rede meteorológica da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), coordenada pelo Centro de Informações Agrometeorológicas (Ciiagro), conforme termo de parecer assinado entre SAA, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Instituto Agrônômico (IAC) e Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), carente de aporte constante de recursos para sua manutenção e garantia de pleno funcionamento.

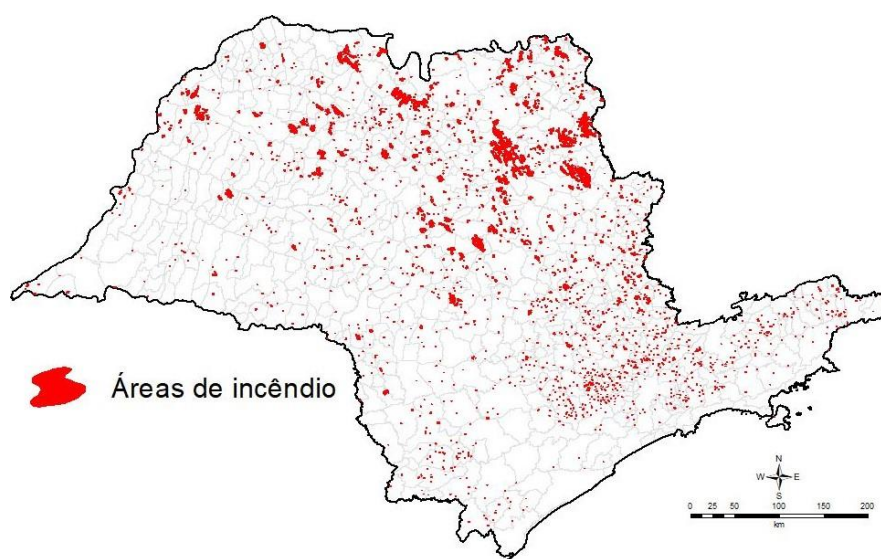
Para visualização do impacto da longa estiagem a que o Estado está sendo submetido, é apresentado na **Figura 1a** o número de dias sem precipitação diária acima de 10mm. Quando considerado o número de dias sem precipitação diária acima de 20mm (**Figura 1b**), as áreas de estiagem severa e extremamente severa aumentam, refletindo o padrão geral no âmbito paulista. Embora a estiagem agrícola já tenha sido observada desde maio, observa-se que esta estiagem (*Dry Spell*) está se tornando mais acentuada, em especial nas regiões norte, noroeste e oeste do Estado de São Paulo.



**Figura 1** – Estiagem agrícola: mapa da variabilidade espacial de dias consecutivos sem precipitação diária maior ou igual a 10mm (a) e dias consecutivos sem precipitação diária maior ou igual a 20mm (b), ambos referentes ao mês de agosto de 2024.

As condições de estiagem, associadas com outros fenômenos meteorológicos destacados em boletim anterior específico sobre os incêndios em São Paulo, formaram as condições para que agosto deste ano fosse o mês com maior número de focos de incêndio desde 1998, conforme dados do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), num total de 3.612 focos.

Utilizando-se dos dados do satélite NOAA-20 e seu sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) procedeu-se a geoespacialização dos pontos com *Fire Radiative Power* (FRP) positivos no mês de agosto, mostrando assim a potência radiativa da queima e sua distribuição na superfície. Tendo por base a resolução espacial do sensor em questão, que é de 750 metros, procedeu-se a obtenção das áreas de incêndio, extrapolando-se os pontos para áreas de entorno (*buffer*) de 500 metros (**Figura 2a**), chegando-se ao valor de 722.388 hectares queimados no período.



(a)



(b)



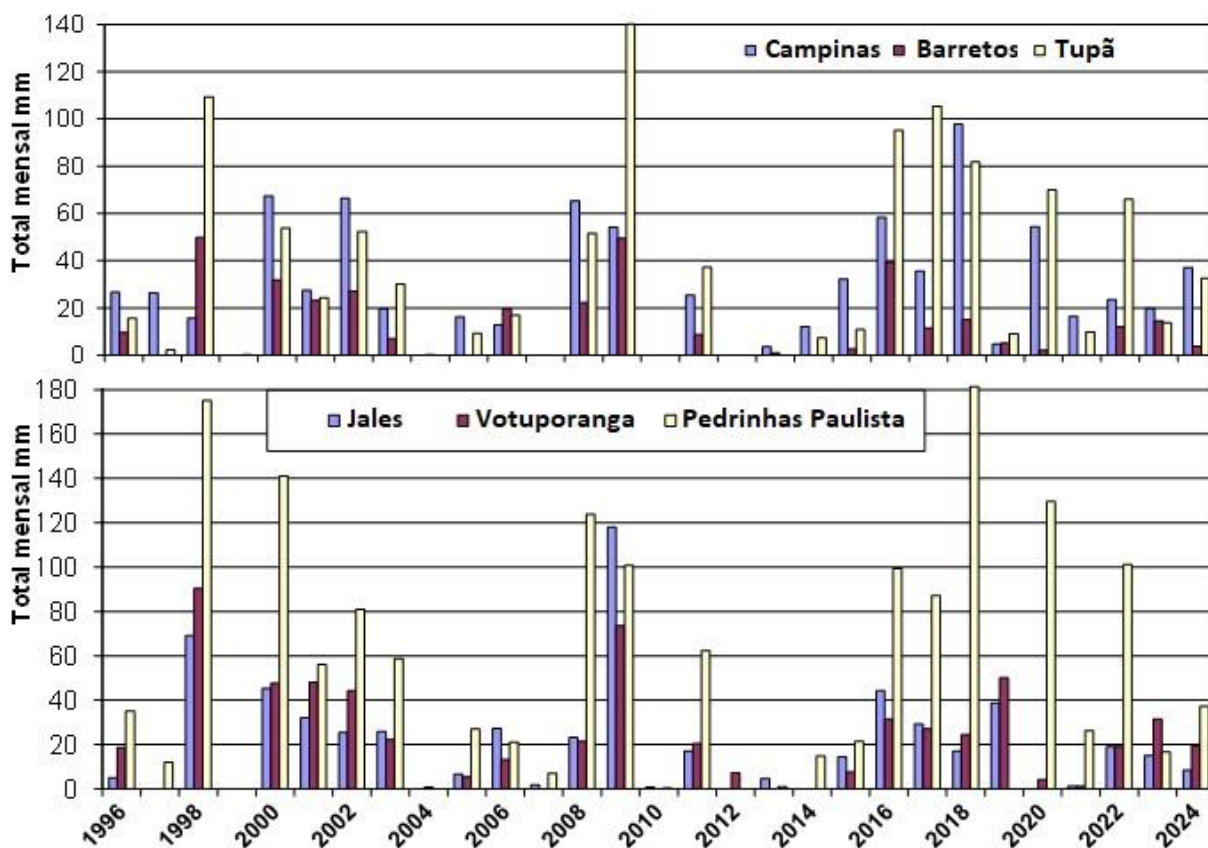
(c)

**Figura 2** – Áreas de incêndio no mês de agosto (a) e imagens do satélite CBERS 04A de áreas de incêndio, próximo a Américo de Campos (b) e próximo a Batatais (c).

Procedeu-se a checagem das áreas queimadas utilizando-se imagens do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres CBERS 04A e sua Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), apresentando-se na **Figura 2b** imagem do dia 5 de setembro, e na **Figura 2c** imagem do dia 20 de setembro, tendo-se constatando elevado impacto em Áreas de Preservação Permanente (APP) e regiões canaviais.

Cabe o destaque ao elevado volume de particulado despejado na atmosfera (fuligem), formando espessas plumas de fumaça, com impacto ao sistema respiratório dos seres vivos e o aumento da concentração de dióxido de carbono no ar, recomendando-se que a população evite olhar o Sol diretamente, apesar da possibilidade da redução de seu brilho, porém trazendo perigos aos olhos.

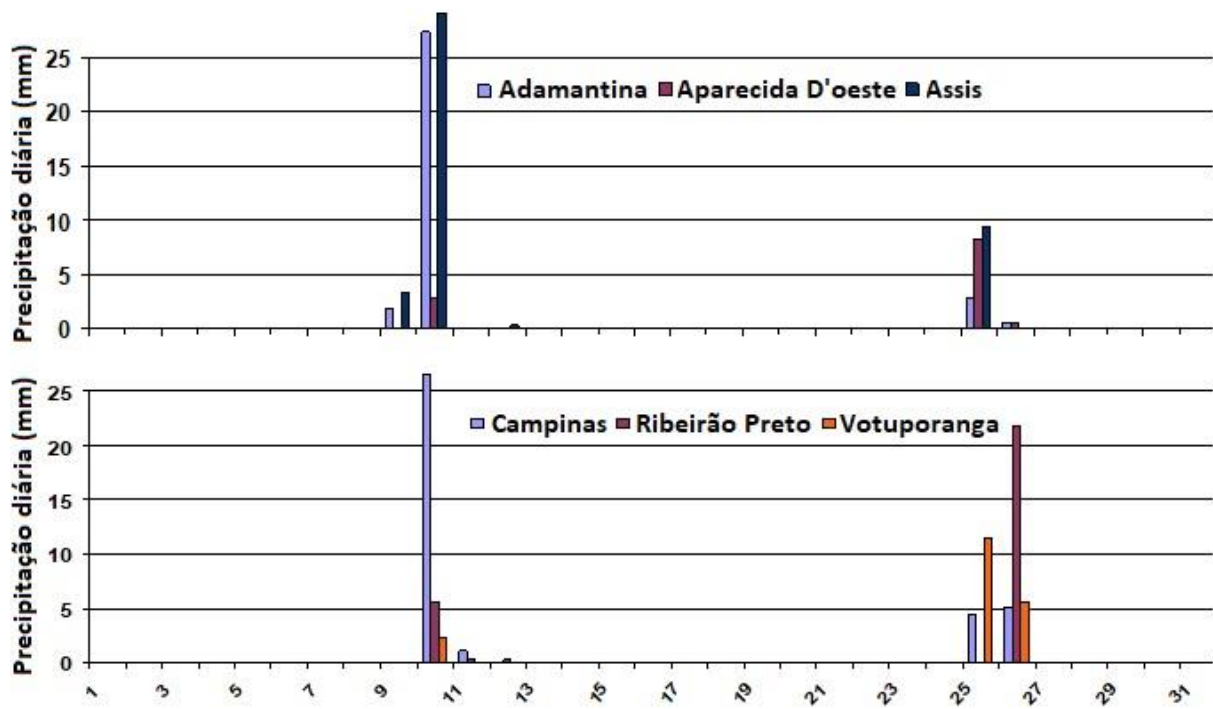
As informações indicadas nas Figuras 1a e 1b são corroboradas pela análise temporal do total pluviométrico no mês de agosto em escala temporal de 30 anos (**Figura 3**), destacando-se as regiões do oeste e noroeste, com expressiva redução comparativamente ao histórico.



**Figura 3** - Variação temporal do índice pluviométrico do mês de agosto, com escala temporal retroativa de 1996 a 2024, em distintas localidades do Estado de São Paulo.

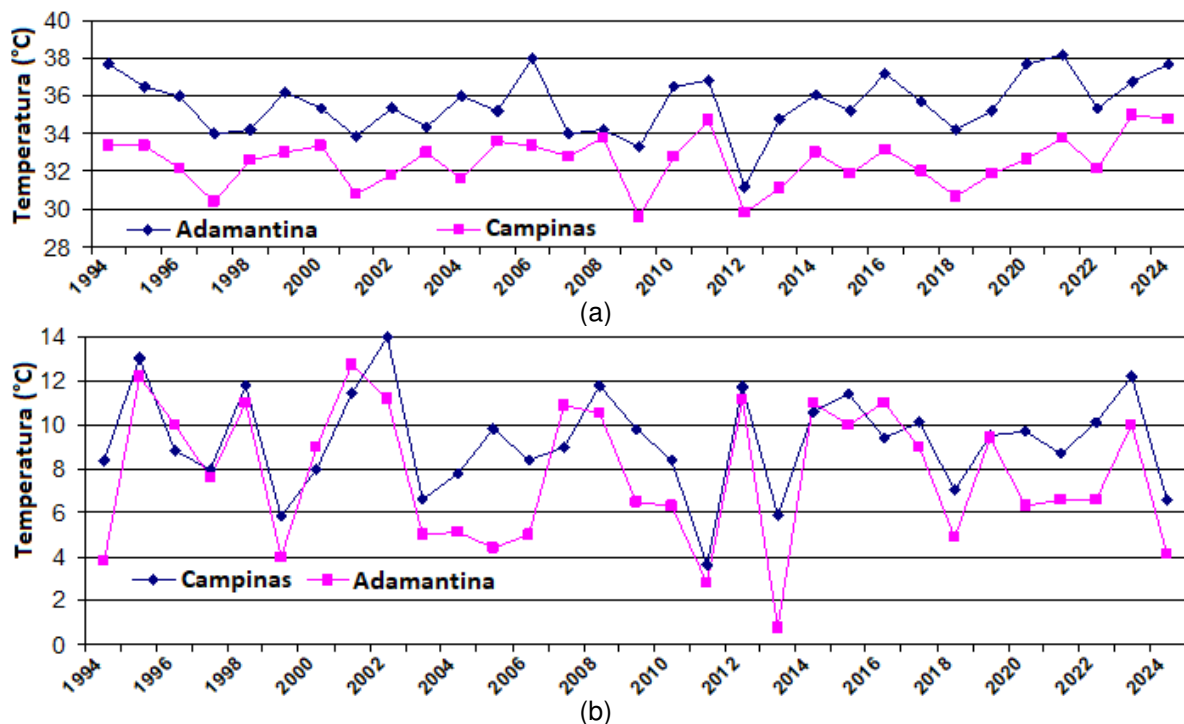
Contudo é importante destacar que a alta restrição a que o Estado está sendo submetido é fruto de efeitos combinados de baixo número de dias com chuva (**Figura 4**) assim como baixos valores de umidade relativa do ar e altas temperaturas, aumentando o estresse térmico e hídrico conjuntamente. A ocorrência de precipitação não distribuída temporalmente permite o acúmulo de evapotranspiração e diminuição da umidade do solo, não permitindo que tal umidade seja recuperada, trazendo impactos substanciais ao desenvolvimento das culturas agrícolas, com o fechamento de estômatos das folhas e diminuição de trocas gasosas com o meio.

A baixa distribuição temporal no período, com concentração de precipitação em dias específicos, potencializa os efeitos destrutivos em áreas sem a devida proteção do solo e áreas queimadas, gerando erosão do solo agrícola e assoreamento intensificado de corpos hídricos.



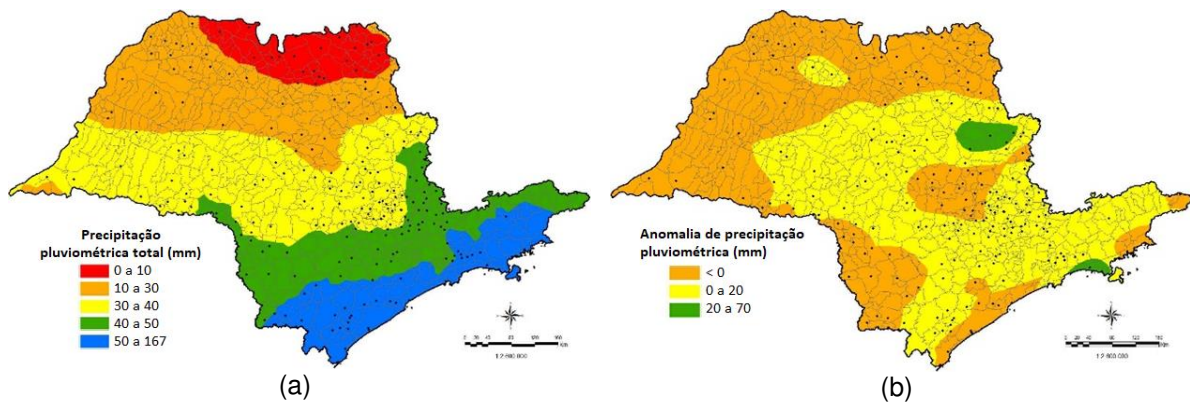
**Figura 4** - Variação da precipitação diária, no mês de agosto de 2024, em distintas localidades paulistas.

Nas **Figuras 5**, é apresentada a evolução das temperaturas máximas e mínimas absolutas, em agosto, de duas localidades. Ressalta-se, nestas figuras, o aumento ao longo do tempo das máximas e dois períodos com extremos de mínimas, com a ocorrência de geadas, que foram em 2013 e 2011, com valores próximos a limites críticos das culturas, com os últimos anos apresentando aumento dos valores das mínimas.



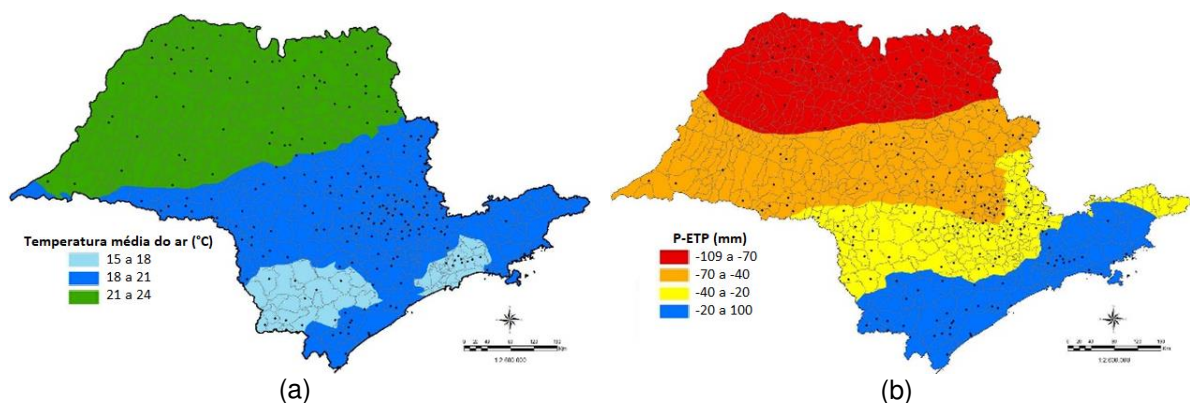
**Figura 5** - Variação temporal da temperatura máxima absoluta do ar (a), e da temperatura mínima absoluta do ar (b), no período 1994 a 2024 em agosto em duas localidades.

No contexto geral do Estado, os valores do total de precipitação acumulada durante o mês de agosto (**Figura 6a**) estiveram entre 0mm e 30mm, na porção norte; entre 30mm e 50mm, no Sudoeste, Bacia do Piracicaba e parte do Vale do Paraíba; e acima de 50mm no litoral e Vale do Ribeira. Destaca-se que as anomalias negativas de precipitação ocorreram no oeste, noroeste e norte de São Paulo (**Figura 6b**), o que corrobora a indicação de redução no índice pluviométrico.



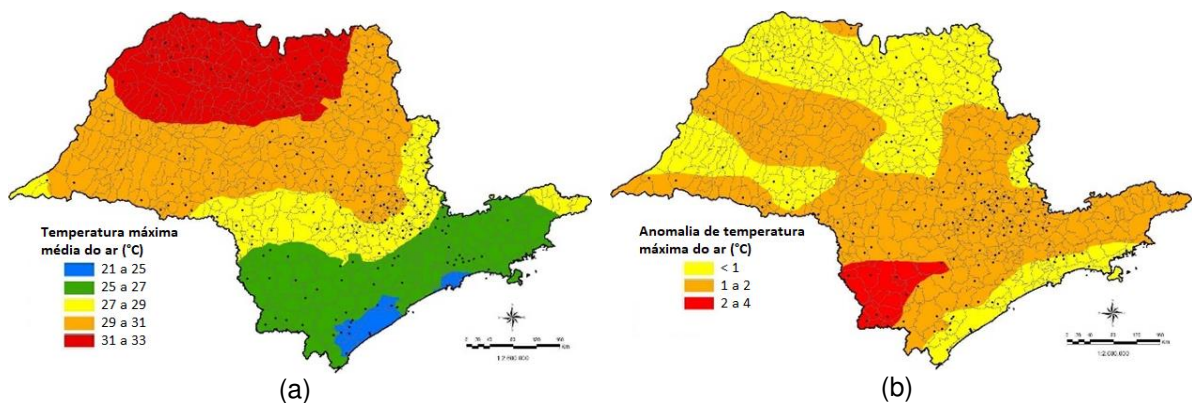
**Figura 6** – Variação espacial do total de precipitação pluviométrica (a) e anomalia do total pluviométrico (b), ambas referentes ao mês de agosto de 2024.

No aspecto térmico, a temperatura média no Estado variou de 15°C a 24°C. Na parte serrana do Vale do Ribeira e Alto Paranapanema, a variação esteve entre 15°C e 18°C, e entre 21°C e 24°C nas partes norte e noroeste (**Figura 7a**). Estes altos valores de temperatura induziram a uma alta evapotranspiração (ETP), demonstrando que a diferença da precipitação menos evapotranspiração foi negativa, ou seja, muito mais água era retirada do sistema do que a reposta pela precipitação, exceto por faixa na porção leste paulista, determinando, assim, um maior uso de irrigação para atender à demanda das culturas em todo território paulista (**Figura 7b**).



**Figura 7** – Variação espacial da temperatura média do ar (a) e diferença entre precipitação e evapotranspiração (b) no mês de agosto de 2024.

O alto estresse térmico a que o Estado foi submetido pode ser mais bem visualizado pelos mapas de temperatura média máxima do ar (**Figura 8a**) e sua anomalia em relação às médias históricas (Figura 8b), evidenciando-se elevadas temperaturas em período de final de inverno e temperaturas acima em até 4°C em relação às médias do mês.

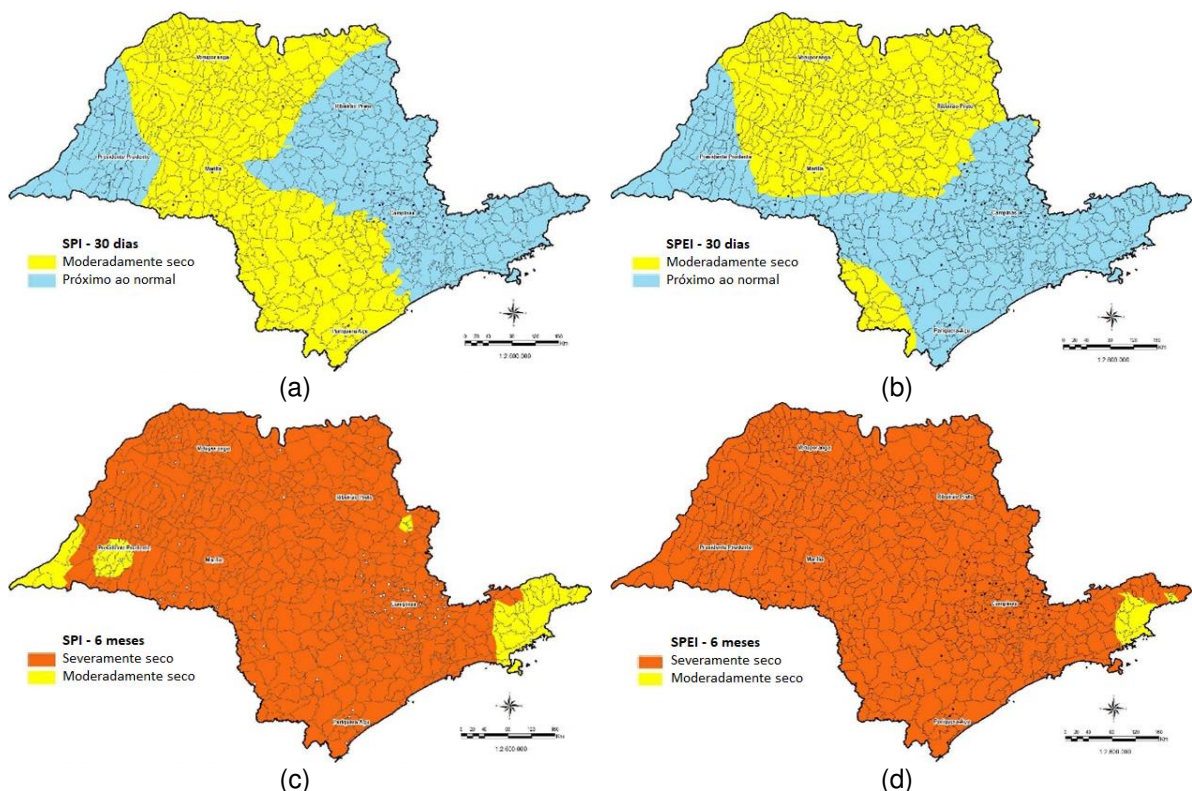


**Figura 8** – Variação espacial da temperatura máxima média (a) e anomalia de temperatura máxima média (b).

### 3. Indicação das condições hidrometeorológicas pelo SPI e pelo SPEI

#### 3.1. Escala mensal

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração (SPEI) são fatores mundialmente utilizados para quantificação da seca meteorológica, sendo recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). A análise meteorológica da precipitação e sua variabilidade em escala temporal de 30 dias, ou seja, indicando o mês de agosto, são apresentadas nas **Figuras 9a e 9b**.



**Figura 9** - Variação espacial do (a) SPI, e (b) SPEI, em escala mensal, e do (c) SPI, e (d) SPEI, em escala semestral, todas referentes ao mês de agosto de 2024.

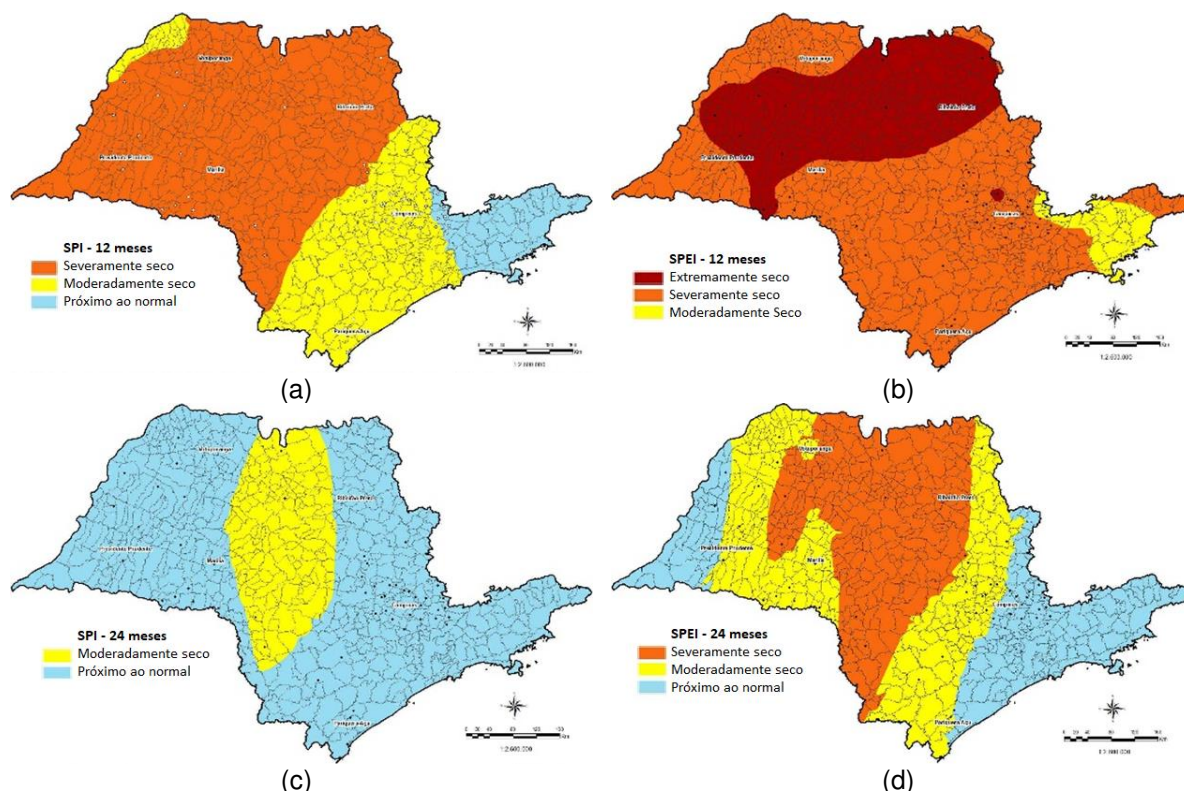
Valores inferiores às históricas são predominantes em escala semestral (**Figuras 9c e 9d**), apresentando condições de alto estresse hídrico do solo na totalidade do território, com condições severamente secas.



### 3.2. Escala anual e bienal

O mês de agosto é caracterizado como relativamente seco, de perspectivas de seca climatológica durante o inverno, em grande parte do território paulista, exceto pelo litoral. Assim, somente com elevados valores de precipitação podem-se indicar condições de excesso hídrico e favorecimento à recarga de reservatórios e, ainda neste caso, as escalas de 12 e 24 meses trazem consigo a história hídrica, que não foi favorável ao longo do tempo.

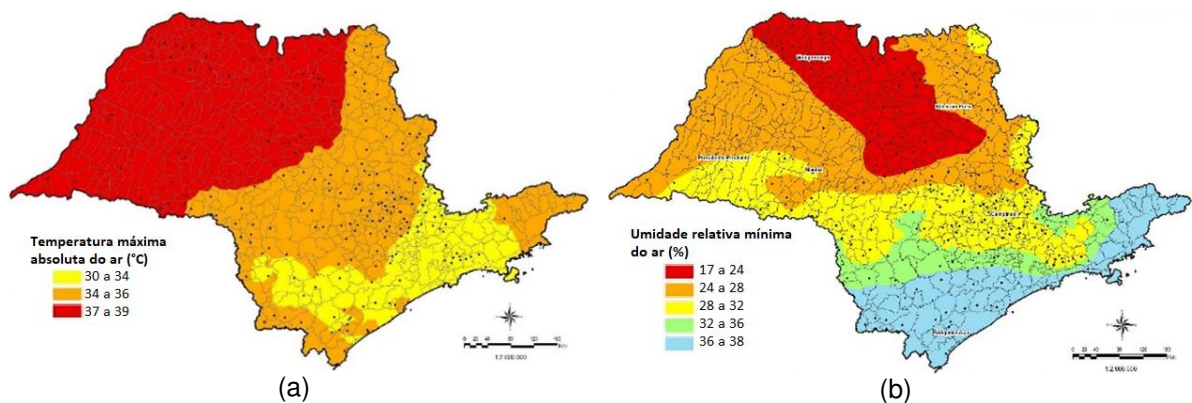
As condições de seca hidrológica se mantêm para a quase totalidade do Estado, quando considerados os períodos de um ano (**Figuras 10a e 10b**), que, combinados com a evapotranspiração (SPEI), imputam uma elevada sobrecarga no uso dos recursos hídricos, em especial o uso de irrigação. Embora em escala bianual (**Figuras 10c e 10d**) ambos índices indiquem melhoria na reserva hídrica, cujo SPEI, que incorpora a demanda evaporativa, mostra que, ainda em longa escala de tempo, a situação ainda não é totalmente favorável.



**Figura 10** - Variação espacial do (a) SPI, e (b) SPEI, em escala anual, e do (c) SPI e (d) SPEI, em escala bienal, todas referentes ao mês de agosto de 2024.

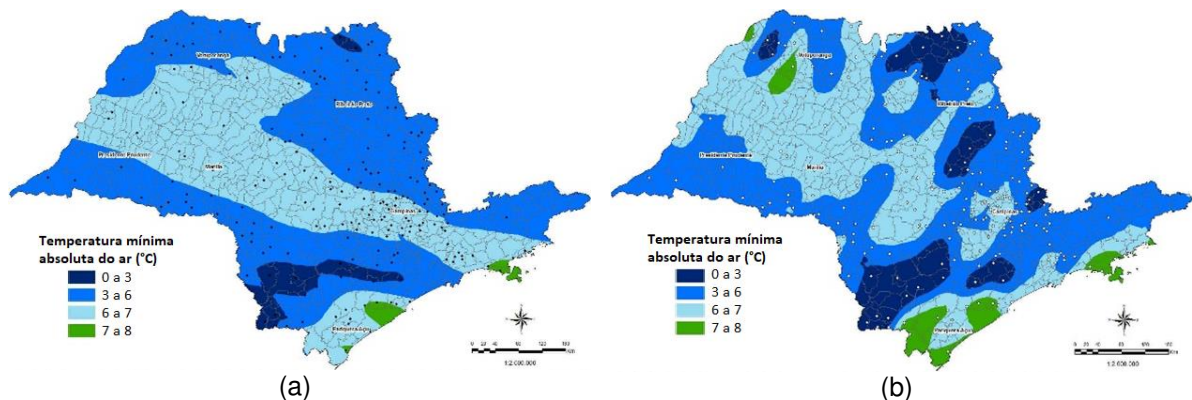
### 4. Efeitos agroclimáticos e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas

O mês de agosto teve redução na precipitação média, e valores elevados de temperatura, ocasionando efeitos negativos em culturas olerícolas, indicando também maior necessidade de irrigação, pois as temperaturas máximas absolutas foram elevadas (**Figura 11a**), com efeito negativo no acúmulo de horas de frio para frutíferas e oliveiras. Por outro lado, a umidade mínima absoluta foi muito baixa (**Figura 11b**), com valores médios entre 17% e 28% em grande parte da região central, norte, noroeste e oeste paulista, trazendo esta combinação condições extremamente favoráveis à ocorrência de incêndios.



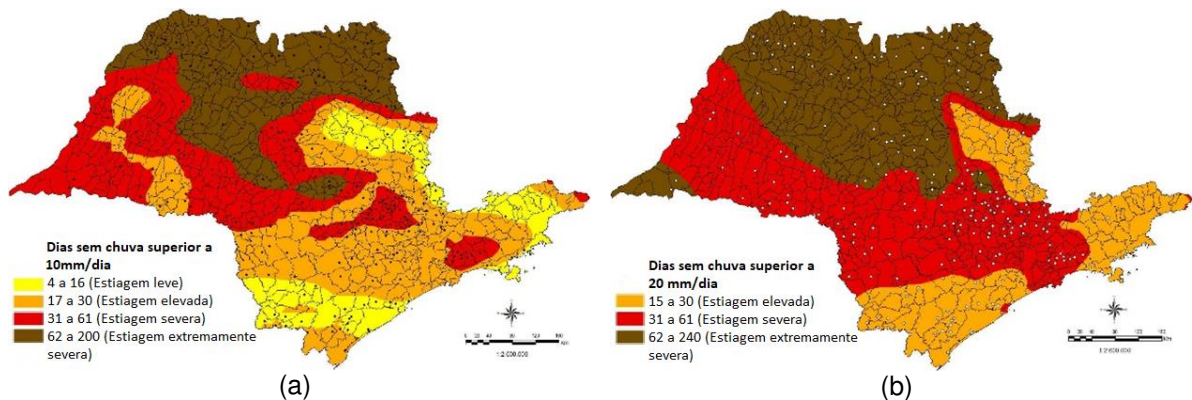
**Figura 11** – Valores espaciais médios da temperatura máxima absoluta (a) e da umidade mínima absoluta do ar (b).

A primeira quinzena de agosto, com a passagem de uma frente fria, trouxe uma redução das temperaturas, com a indicação de geadas em algumas localidades (**Figuras 12**), afetando algumas culturas na região de São Roque e mesmo olerícolas sensíveis ao frio.



**Figura 12** – Mapas indicativos da ocorrência de geada no Estado de São Paulo em agosto de 2024: mínimas absolutas, entre os dias 9 e 11 (a), e mínimas absolutas no dia 12 (b).

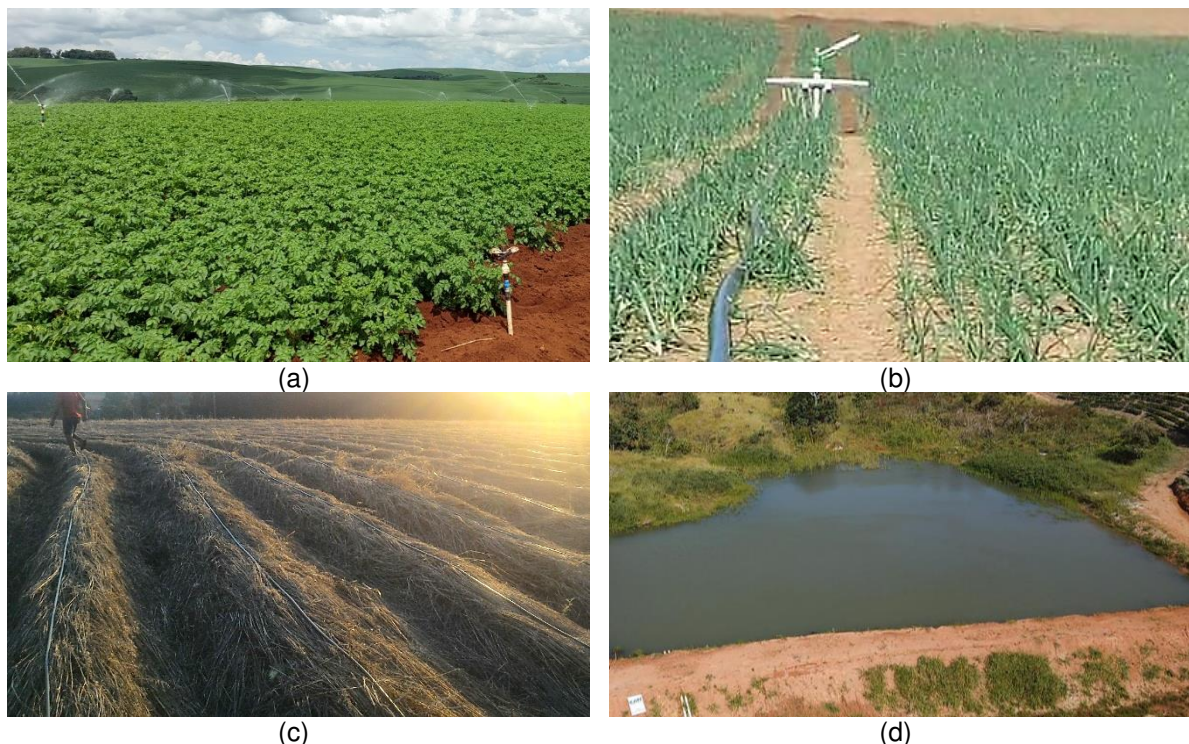
Destaca-se ainda que, conforme a indicação de previsão de falta de chuvas, a situação deve continuar por mais algum período e haverá reflexos na estiagem, conforme **Figuras 13**, o que torna ainda mais elevada a chance de ocorrência de incêndios e necessidade de irrigação.



**Figura 13** – Estiagem agrícola: mapa da variabilidade espacial de dias consecutivos sem precipitação diária maior ou igual a 10mm (a) e dias consecutivos sem precipitação diária maior ou igual a 20mm (b), ambos referentes ao período até o dia 9 de setembro de 2024.

A importância da irrigação para a regularidade e segurança da produção agrícola é condição fundamental em cenários de mudanças climáticas (**Figura 14a**). Sua eficiência de aplicação e distribuição vêm se desenvolvendo de forma rápida nos últimos anos, permitindo o uso racional da água pelo setor agropecuário devido à evolução tecnológica crescente (**Figura 14b**). O ponto de divergência reside na fonte de água a ser utilizada, impactando os conflitos pelos usos múltiplos dos recursos hídricos.

A retirada de aquíferos e rios é possível e viável, porém limitada às questões de outorga e volume disponível existente na bacia hidrográfica. Assim, o proprietário rural deve estabelecer estratégias de reservação de água dentro da propriedade agrícola, sendo este um imenso potencial ainda pouco explorado.



**Figura 14** – Área de batata com irrigação por aspersão (a), plantio direto em área com irrigação por gotejamento (b), área de cebola com carretel de irrigação (c) e barramento de corpo hídrico implantado em propriedade rural (d).

O advento do Sistema de Plantio Direto (**Figura 14c**) foi revolucionário para as áreas de plantio extensivo, porém o excesso de confiança vindo deste e a gestão de áreas canavieiras para comportar manobras simplificadas de maquinário agrícola fizeram com que muitos terraços fossem desmanchados para acomodar cada vez maiores plataformas colhedoras. A criação e manutenção de tais estruturas, de preferência com desenho e declividade tendendo a um reservatório poucos metros acima do curso d'água mais próximo, já é elemento físico que aumentaria significativamente a retenção e reservação das águas das chuvas, onde o volume anual parece não variar muito, mas cada vez mais irregulares em sua distribuição. Há, ainda, a possibilidade de construção de caixas secas, bacias de captação, berços d'água e outros elementos para recarga do lençol na própria propriedade.

O barramento de pequenos cursos d'água (**Figura 14d**) também é elemento de fundamental importância na resiliência do produtor rural frente às condições de seca. Além da reservação de água vista no espelho d'água, há a elevação do nível do lençol freático, que esconde um potencial de armazenamento, em regra igual ao do próprio espelho d'água

existente. A preocupação com o assoreamento da estrutura incentiva os produtores a melhorarem as matas ciliares, inclusive em volta do próprio reservatório. A existência deste corpo d'água estimula a proliferação de peixes, capivaras, lontras e todo tipo de animal silvestre. Há, ainda, o efeito tampão (*buffer*), onde os grandes escoamentos são retidos e liberados em tempos de seca, regularizando a vazão de toda a jusante – além da possibilidade de ser aproveitada com pequenas turbinas, gerando energia elétrica que pode ajudar a regularizar outro problema recente: a grande carga de energia que as placas solares despejam apenas durante o dia.

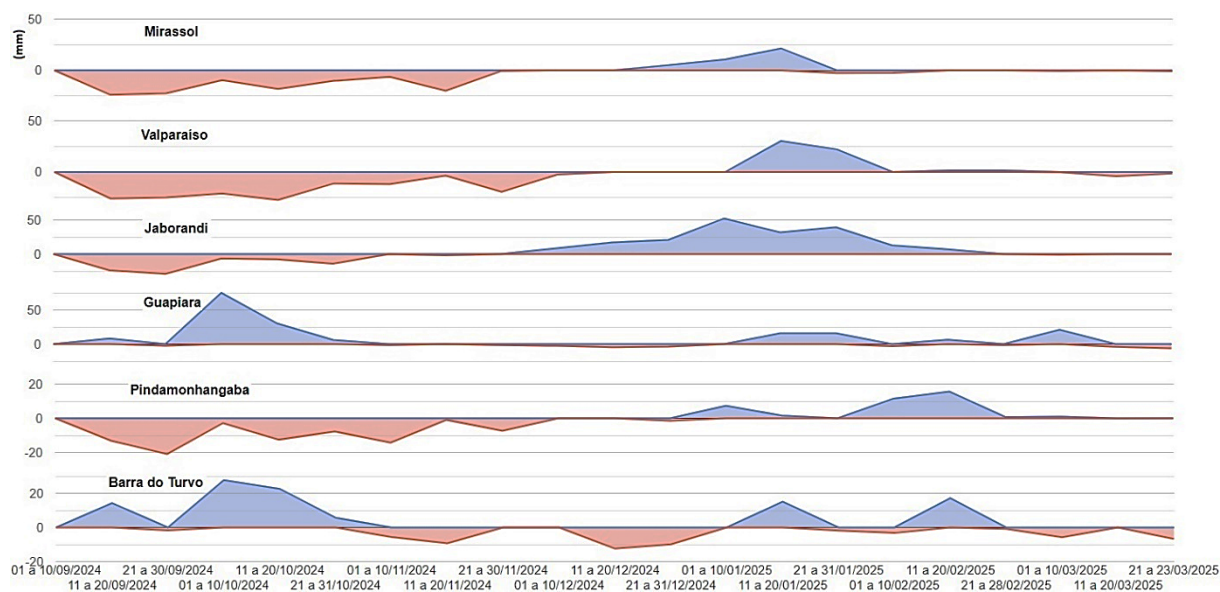
Porém a construção de um barramento exige criterioso dimensionamento e atenção à legislação em vigor, pois sua construção, de forma ilegal, sem seguir normas, representa perigo pois, se uma barragem rompe, as barragens a jusante provavelmente romperão junto, já que não é possível serem dimensionadas pensando nesse volume em excesso.

Assim, o conjunto de técnicas que permitam a manutenção das águas da chuva na propriedade rural são elementos-chave para o aumento da adaptabilidade do setor agropecuário diante das mudanças climáticas, exigindo que políticas públicas sejam incentivadas sentido da valorização dos serviços ecossistêmicos e da recarga do lençol freático no âmbito das áreas rurais.

## 5. Conclusões

Agosto foi mês de intensificação da estiagem agrícola e meteorológica, com elevadas amplitudes térmicas, extremos de temperaturas máximas e mínimas e ocorrência de incêndios de ordem devastadora, com impactos que se estenderão por anos, devido às áreas de vegetação impactadas.

O prognóstico é de que as chuvas retornem com o início da primavera para as porções centro-sul do Estado, porém com manutenção das condições de seca a longo prazo para as porções norte paulistas (**Figura 15**). Apesar do período de normalidade do El Niño Oscilação Sul (ENOS), bem como das projeções de La Niña para o final do ano, há ainda elevada incerteza, com anomalias e extremos climáticos podendo ocorrer.



**Figura 15** – Prognóstico do balanço hídrico de setembro a maio de 2025 para distintas localidades do Estado, assumindo-se disponibilidade hídrica máxima no solo de 30mm, temperaturas 2°C acima das médias históricas e precipitação dentro da normalidade. Regiões em azul de excedente hídrico e em vermelho de déficit.